

формации, их удобное отображение и наличие эффективных аналитических фильтров позволят вовлечь весь спектр собираемых при паспортизации сведений, что в свою очередь позволит снизить вероятность ошибок при принятии управленческих решений и поспособствует в перспективе увеличению экономической эффективности мелиоративных мероприятий.

#### Список использованных источников

1 Об утверждении Административного регламента Министерства сельского хозяйства Российской Федерации по предоставлению государственной услуги по паспортизации государственных мелиоративных систем и отнесенных к государственной собственности отдельно расположенных гидротехнических сооружений: Приказ Минсельхоза России от 22 октября 2012 г. № 559 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_145827](http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_145827), 2019.

2 Щедрин, В. Н. Стратегические направления развития мелиоративного сектора в АПК / В. Н. Щедрин, С. М. Васильев // Стратегические направления развития АПК стран СНГ: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., г. Барнаул, 27–28 февр. 2017 г. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2017. – Т. 2. – С. 167–169.

3 Пономаренко, Т. С. Результаты сценарных исследований полифункциональной модели Пролетарского магистрального канала / Т. С. Пономаренко, А. В. Бреева // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2017. – № 3(67). – С. 40–46.

4 Пономаренко, Т. С. Процесс создания двумерной модели участка Донского магистрального канала в среде MIKE / Т. С. Пономаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2016. – № 3(63). – С. 70–75.

5 Курлович, Д. М. Геоинформационные методы анализа и прогнозирования погоды: учеб.-метод. пособие / Д. М. Курлович. – Минск: БГУ, 2013. – 191 с.

6 Введение в геоинформационные системы. Запросы и выборки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/docs/giscourse/16-query.html>, 2019.

УДК 631.67

**А. Е. Шепелев, Л. В. Юченко**

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация

#### ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ШИРОКОЗАХВАТНОЙ ДОЖДЕВАЛЬНОЙ МАШИНЫ ФРОНТАЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Статья посвящена особенностям конструкции широкозахватной дождевальной машины фронтального действия. Приведены характеристики некоторых отечественных фронтальных дождевальных машин, их преимущества и недостатки по сравнению с дождевальной машиной кругового действия. Также рассматривается конструкция и технологические характеристики новой разрабатываемой дождевальной машины, состоящей из базовых модулей. Сделаны выводы, что новая дождевальная машина лишена определенных недостатков, присущих дождевальным машинам фронтального действия.*

*Ключевые слова:* фронтальная дождевальная машина; ширина захвата; дождеобразующие устройства; ходовая тележка; базовый модуль; интенсивность дождя.

\*\*\*\*\*

**A. E. Shepelev, L. V. Yuchenko**

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation

#### STRUCTURAL FEATURES OF WIDE-CUT BOOM SPRINKLER DESIGN

*The design features of a wide-cut boom sprinkler are considered. The parameters of some domestic boom irrigation machines, their advantages and disadvantages compared with a center pivot irrigation machine are given. The design and technological characteristics of the newly developed sprinkler machine consisting of basic modules are also considered. It is concluded that the new sprinkler lacks certain drawbacks inherent in center pivot sprinklers.*

*Key words: boom sprinkler; working width; rain-forming devices; undercarriage; base module; rain intensity.*

**Введение.** Одним из приоритетов государственной политики в сфере реализации подпрограммы «Научно-техническое обеспечение развития мелиорации земель в России на 2017–2025 годы» является импортозамещение поливной и другой мелиоративной техники и технологий [1]. В настоящее время соотношение импортных и устаревших отечественных дождевальных машин, работающих на полях в нашей стране, говорит о дефиците современных отечественных разработок дождевальных машин, которые не должны уступать импортным машинам. Широкозахватные дождевальные машины по технологии производства полива могут быть кругового и фронтального перемещения. Основное отличие фронтальной дождевальной машины от круговой заключается в необходимости обеспечения параллельно-поступательного движения вдоль заданного пути всех тележек машины, и при этом необходимо обеспечение непрерывной подачи воды в движущуюся машину. Для орошения полей прямоугольной формы чаще всего используются машины фронтального действия, которые имеют как преимущества, так и недостатки по сравнению с дождевальной машиной кругового действия. К положительным сторонам и преимуществам дождевальной машины фронтального действия можно отнести:

- возможность работы как от открытой, так и от закрытой сети;
- высокий коэффициент земельного использования;
- быстрое переоборудование из рабочего положения в транспортное.

Недостатки – необходимость наличия хорошего дорожного полотна для главной тележки, качественного водозабора (как открытого, так и закрытого) и выровненного поля. Проблемы, возникающие при эксплуатации дождевальных машин фронтального действия, связаны с автоматизацией управления по направляющей или поддержанием заданного направления движения относительно базовой линии и сложностью использования дождевальной машины на небольших или мелкоконтурных участках [2, 3].

**Материалы и методы.** Известны отечественные фронтальные дождевальные машины типов ДДА-100МА, ДДА-100ВХ, ДДА-100ВМ, ДФ-120 «Днепр», которые при доработке способны работать в автоматическом режиме и поддерживать заданное направление движения относительно базовой линии, обеспечивая высокое качество дождя [4]. Позднее были созданы широкозахватные многоопорные фронтальные машины с автоматическими системами управления вождением по направляющей, такие как «Таврия», «Коломенка-100», «Кубань-Л», «Ладога», «Каравелла» и др. Известны дождевальные машины, имеющие небольшую длину, специально разработанные для фермерских хозяйств, такие как «Мини-Фрегат-ФС», «Мини-Кубань-ЛШ», «Кубань-ФС» и др.

Для дождевальной машины фронтального действия ширина поливного модуля принимается равной или кратной ширине захвата дождем дождевальной машины. Длина поливного модуля определяется исходя из площади поливного модуля, принимается кратной расстоянию между гидрантами, которое может варьировать в широких пределах в зависимости от длины шланга [5].

Для двухконсольного дождевального агрегата ДДА-100МА площадь поливного модуля в зависимости от сезонной нагрузки дождевальной машины принимают равной или кратной площади поля, а конфигурацию соответственно параметрам дождевального агрегата. Размер стороны поливного модуля вдоль оросительного трубопровода принимают кратным захвату машины (110 м), но не менее 500 м, а размер другой стороны модуля должен соответствовать длине оросителя (500–1000 м). Для дождевальной машины

«Кубань» одну сторону поля (поливного модуля) прямоугольной формы принимают равной ширине захвата (800 м), другую сторону в направлении движения машины определяют как частное от деления площади нетто на ширину захвата машины. Для дождевальных машин «Днепр» и «Ладога» площадь полива зависит от сезонной нагрузки дождевальной машины, а конфигурации соответствуют параметрам дождевальной машины. Одна сторона поля принимается кратной длине дождевального крыла, а другая – расстоянию между гидрантами на поливном поле, которое может быть 18, 36, 54 м. Для дождевальных машин «Кубань-ЛШ» и «Мини-Фрегат-ФШ» ширина захвата составляет 305 и 200 м, а расстояния между гидрантами соответственно 16 и 12 м [5]. Для опытного образца новой дождевальной машины фронтального действия ширина захвата дождем составляет 180–200 м, а расстояние между гидрантами на опытном поле – 52 м.

Технические характеристики и особенности конструкции некоторых известных отечественных фронтальных дождевальных машин помещены в таблицу 1 [6].

Таким образом, очевидно, что фронтальные дождевальные машины могут иметь различную длину от 110 до 735 м (по данным таблицы 1) в зависимости от длины секции и числа ее повторений. Ширина захвата дождем (вместе с концевым радиусом полива) может составлять от 110,3 до 807 м. Число ходовых тележек может составлять от 7 до 18. Мощность электродвигателей ходовых тележек от 0,75 до 2,2 кВт. Дождевальные машины фронтального действия могут иметь одно или два крыла.

Машины с небольшой шириной захвата (до 500 м) имеют только одно крыло, расположенное сбоку центральной тележки. Преимущества машин с одним крылом заключаются в том, что они могут осуществлять полив с двух и более позиций. Изменение позиции может осуществляться способом буксировки дождевальной машины трактором или поворотом дождевальной фермы на 180° вокруг центральной (силовой) тележки. Движение фронтальной поливной машины вдоль линии гидрантов осуществляется с помощью приборов управления, установленных на силовой тележке, разными способами – по направляющей борозде (более современное решение) или тросу (традиционный способ направления). Фронтальная машина с одним крылом более мобильна, но дороже в эксплуатации за счет меньшей ширины захвата.

Двукрылая фронтальная машина значительно шире может охватывать площади полива, но технически «привязана» к конкретному полю. Производительность (по расходу воды) современных дождевальных машин с забором воды из канала может достигать приблизительно 1000 м<sup>3</sup>/ч, а ширина захвата составлять 1200 м. Центральные-симметричные машины осуществляют полив орошаемых участков без перемещения на другие позиции.

Фронтальные дождевальные машины (последних разработок) пополняют запас воды, забирая ее от трубопроводного гидранта через шланг или из открытого канала. Как правило, канал или гидрант расположены вдоль края поля. По полю двигается за счет вращения пневмоколес тележек, которые соединены с ними через карданную трансмиссию мотор-редукторов, получающих электроэнергию от генератора энергетической установки. Дождевальная машина снабжена системами управления и защиты, которые обеспечивают выбор направления движения, пуск и остановку, задание средней скорости хода машины с целью получения требуемой нормы полива и ее аварийную остановку [7].

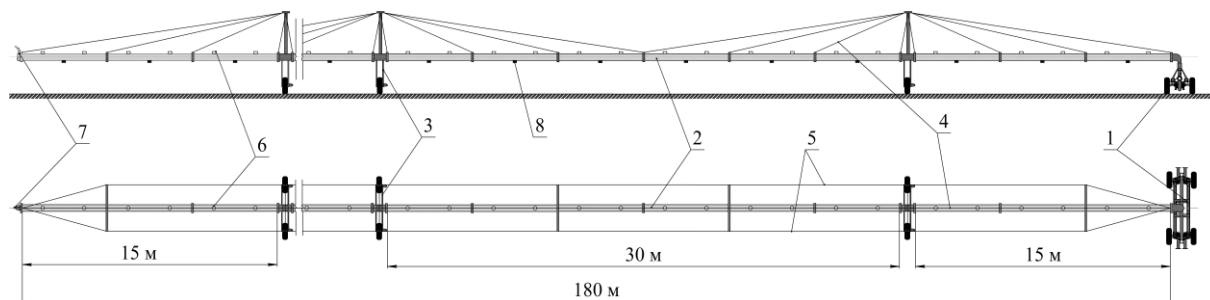
Орошение поля ведется дождеобразующими устройствами, равномерно расположенными сверху на водопроводящем трубопроводе машины. Равномерность полива достигается за счет расположения дождевателей и их малых расходов. Оптимальный диаметр капель и необходимая интенсивность дождя, норма полива задаются посредством изменения средней скорости движения машины.

На панели управления машины можно настраивать ее перемещение и менять норму полива. Кроме поливной воды можно использовать воду с растворимыми удобрениями. Для этого вида работы широкозахватные дождевальные машины комплектуются соответствующим оборудованием. Большая часть процессов у машины автоматизирована.

Таблица 1 – Технические характеристики отечественных дождевальных машин фронтального действия

Показатель	ДДА-100МА (В)	ДФ-120 «Днепр»	«Кубань-М»	«Кубань-Л»	«Мини-Кубань-ЛПШ»	«Ладога»	«Мини-Фрегат-ФШ»
Напор, МПа	0,3–0,37	0,45	0,37	0,31	0,28	0,42	0,58
Расход воды, л/с	60–130	120	185	200	30	60	25
Интенсивность дождя (средняя), мм/мин	2,4	0,3	1,1	1,3	0,5	0,65	0,31
Длина машины, м	110	432	735	735	291	437	177
Ширина захвата дождем, м	110,3	460	800	807	305	462	200
Число тележек, шт.	–	17	16	18	7	10	8
Мощность электродвигателя тележки, кВт	–	1,1	2,2	0,75	0,75	0,75	Гидравлический
Рабочая скорость, м/с	0,17	0,14	$(3,3–33) \cdot 10^{-3}$	$(3,17–31,7) \cdot 10^{-3}$	$(3–30) \cdot 10^{-3}$	$(1,17–30) \cdot 10^{-3}$	$(3–10) \cdot 10^{-3}$
Конструкция	Двухконсольная ферменная	Однокрылая электрифицированная самоходная	Двухкрылая ферменная электрифицированная самоходная	Двухкрылая ферменная электрифицированная самоходная	Двухкрылая ферменная электрифицированная самоходная	Однокрылая ферменная электрифицированная самоходная	Двухкрылая ферменная электрифицированная самоходная
Тип дождевальных насадок	Короткоструйные дождевальные насадки кругового действия	Среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия	Короткоструйные низконапорные дождевальные насадки секторного действия	Короткоструйные низконапорные дождевальные насадки секторного действия	Короткоструйные дождевальные насадки	Короткоструйные дождевальные насадки	Среднеструйные дождевальные аппараты кругового действия
Размеры поливного модуля	Ширина 120 м, длина 1000 м	Ширина 460 м, длина 1200 м	Ширина 800 м, длина 1800 м	Ширина 810 м, длина 1600–2000 м	Ширина 300 м, длина 1000 м	Ширина 460 м, длина 1300 м	Ширина 200 м, длина 1000 м

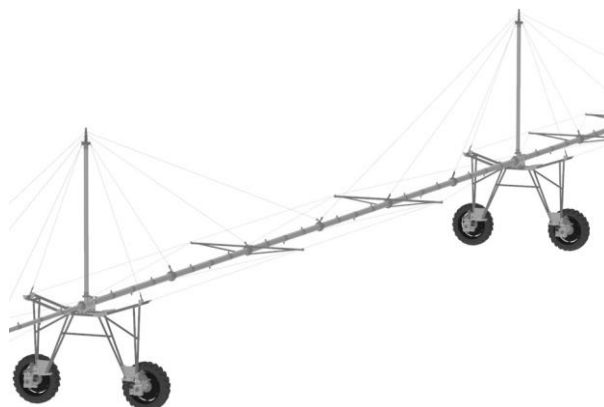
**Результаты и обсуждение.** В соответствии с поставленной целью в ФГБНУ «РосНИИПМ» разработана однокрылая широкозахватная дождевальная машина фронтального действия (рисунок 1). При разработке и изготовлении новой дождевальной машины предложены варианты использования новых современных материалов для напорной водопроводящей части трубопровода, конструкции насадок, а также инженерно-конструкторское решение по созданию и внедрению автономных энергообеспечивающих устройств для работы различных датчиков контроля и исполнительных механизмов. Новая дождевальная машина состоит из базовых модулей вантовой конструкции [8].



1 – главная ходовая тележка с энергетической установкой; 2 – водопроводящий трубопровод; 3 – промежуточная ходовая тележка с силовым и приборным оборудованием; 4 – вертикальные натяжные тросы; 5 – горизонтальные натяжные тросы; 6 – дождеобразующие устройства; 7 – концевой дождеватель секторного действия; 8 – сливной клапан

**Рисунок 1 – Схема широкозахватной дождевальной машины фронтального действия**

Базовый модуль представляет собой систему вертикальной тросовой подвески для поддержания водопроводящего трубопровода и двух тележек в вертикальной плоскости и систему вертикальных тросовых растяжек для увеличения жесткости трубопровода в горизонтальной плоскости. Самоходная тележка опирается на два приводных колеса на пневматических шинах. Привод каждого колеса ходовой тележки осуществляется посредством электрического мотор-редуктора [8]. Длина базового модуля составляет 30 м. Число базовых модулей может изменяться в зависимости от длины и ширины поля или площади полива (рисунок 2). На сложных и мелкоконтурных участках возникают сложности в использовании дождевальных машин из-за их длины. Наличие базовых модулей позволяет изменять необходимую длину дождевальной машины для использования на сложноконтурных участках.



**Рисунок 2 – Базовый модуль фронтальной дождевальной машины**

Для качественного полива в зависимости от климатических, почвенных условий и вегетативного периода развития растений дождевальная машина комплектуется соответствующими дождеобразующими устройствами с различными расходными характе-

ристиками. Для обеспечения расходов воды в указанном диапазоне новая фронтальная дождевальная машина будет оснащена среднеструйными аппаратами кругового действия, двумя видами насадок (короткоструйные дефлекторные насадки кругового и секторного типа) и концевым дождевальным аппаратом секторного действия. В таблице 2 приведена характеристика разработанной дождевальной машины фронтального действия (опытный образец).

**Таблица 2 – Техническая характеристика новой дождевальной машины (опытный образец)**

Наименование показателя	Показатель
Рабочий напор, МПа	0,4
Расход воды, л/с	30
Интенсивность дождя (средняя), мм/мин	1,25
Длина машины, м	180
Число используемых базовых модулей, шт.	6
Ширина захвата дождем, м	185–200
Число тележек, шт.	6
Мощность электродвигателя тележки, кВт	1,44
Рабочая скорость, м/ч	45,0
Конструкция	Однокрылая электрифицированная самоходная
Тип дождевальных насадок	Короткоструйные дефлекторные насадки кругового и секторного типа
Размеры поливного модуля (минимальные), м	Ширина 200 м, длина – 1000 м

Новая дождевальная машина имеет улучшенную конструкцию промежуточной тележки. С заменой консольной конструктивно-силовой схемы поворотной оси симметричной вилочной устранен дополнительный изгибающий момент, действующий на поворотную ось. На практике происходит быстрое перестраивание колес тележки из рабочего положения в транспортное.

**Выводы.** Дождевальная машина фронтального действия имеет как свои преимущества перед машиной кругового действия, так и недостатки. К преимуществам можно отнести: возможность работы как от открытой, так и от закрытой сети, высокий коэффициент земельного использования, возможность переоборудования из рабочего в транспортное положение и быстрое перемещение. Недостатки: необходимость наличия хорошего дорожного полотна для главной тележки, качественного водозабора, выровненного поля; сложности с поддержанием заданного направления движения машины при поливе и использованием ее на небольших мелкоконтурных участках.

В новой разрабатываемой в ФГБНУ «РосНИИПМ» дождевальной машине фронтального действия будут устранены некоторые недостатки, присущие дождевальным машинам фронтального действия. Она способна работать как от открытой, так и от закрытой оросительной сети. Благодаря новой конструкции промежуточных тележек дождевальную машину можно быстро перестроить из рабочего положения в транспортное.

Применяемые дождевальные насадки способны создавать допустимую интенсивность искусственного дождя в зависимости от вида почвы, уклона и вида произрастающих на орошаемом поле сельскохозяйственных культур.

В зависимости от необходимой ширины и длины площади полива (небольшие участки) дождевальная машина может формироваться с изменением числа базовых модулей.

**Список использованных источников**

- 1 Щедрин, В. Н. Стратегия научно-технического обеспечения развития мелиорации земель в России на период до 2030 г. / В. Н. Щедрин // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 7–10.
- 2 Городничев, В. И. Автоматизация технологических процессов орошения: производств.-практ. изд. / В. И. Городничев. – М.: Росинформагротех, 2009. – 268 с.
- 3 Ерхов, Н. С. Основы сельскохозяйственных мелиораций: учеб. пособие для сред. сел. проф.-техн. училищ / Н. С. Ерхов. – М.: Высш. шк., 1981. – 125 с.
- 4 Механизация полива: справочник / Б. Г. Штепа [и др.]; под ред. Б. Г. Штепы. – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.
- 5 Голованов, А. И. Мелиорация земель: учеб. для вузов / А. И. Голованов. – СПб.: Лань, 2015. – 816 с.
- 6 Васильев, С. М. Дождевание: учеб. для вузов / С. М. Васильев, В. Н. Шкура. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 352 с.
- 7 Сапунков, А. П. Механизация полива: учеб. пособие для кадров / А. П. Сапунков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 336 с.
- 8 Провести исследования и разработать конструкторскую документацию на опытный образец водопроводящего пояса для широкозахватной многоопорной дождевальной машины вантовой конструкции: отчет о НИР (заключ.): 2.2.1 / ФГБНУ «РосНИИПМ»; рук.: Щедрин В. Н., Чураев А. А., Снопич Ю. Ф. – Новочеркасск, 2016. – 317 с. – Исполн.: Шепелев А. Е., Лобанов Г. Л., Юченко Л. В. – № ГР ААА-А16-116040760170-1. – Инв. № АААА-Б17-217011220020-4.

УДК 631.682:631.459

**Ш. Ш. Омариев, Т. В. Рамазанова, Л. Ю. Караева**

Дагестанский государственный аграрный университет имени М. М. Джамбулатова, Махачкала, Российская Федерация

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОРМОВЫХ СЕВООБОРОТОВ  
НА ИРРИГАЦИОННУЮ ЭРОЗИЮ**

*Цель – изучение влияния различных культур в кормовых севооборотах на интенсивность эрозионных процессов при орошении. Установлено, что наличие многолетних трав и промежуточных культур в кормовых севооборотах снижает ирригационную эрозию и положительно влияет на плодородие почвы, способствует увеличению урожайности возделываемых культур и улучшению качества кормов.*

*Ключевые слова: эрозия; кормовые культуры; севооборот; промежуточные культуры; ирригация.*

\*\*\*\*\*

**Sh. Sh. Omariev, T.V. Ramazanova, L. Yu. Karaeva**

Dagestan State Agrarian University named after M. M. Dzhambulatov, Makhachkala, Russian Federation

**INFLUENCE OF VARIOUS FODDER CROP ROTATIONS  
ON IRRIGATION EROSION**

*The goal of the research is to study the influence of various crops in fodder crop rotation on the intensity of erosion processes during irrigation. It has been found that the presence of perennial grasses and intermediate crops in fodder crop rotations reduces irrigation erosion and positively affects soil fertility, contributes to an increase in the yield of cultivated crops and an improvement in feeding quality.*

*Key words: erosion; forage crops; crop rotation; fillers; irrigation.*